

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

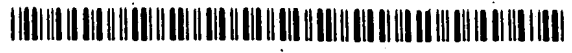
Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 40 413 A 1

51 Int. Cl. 6:  
G 01 M 17/04  
B 60 G 13/00  
B 60 G 17/06

21 Aktenzeichen: P 44 40 413.1  
22 Anmeldetag: 11. 11. 94  
23 Offenlegungstag: 15. 5. 96

DE 44 40 413 A 1

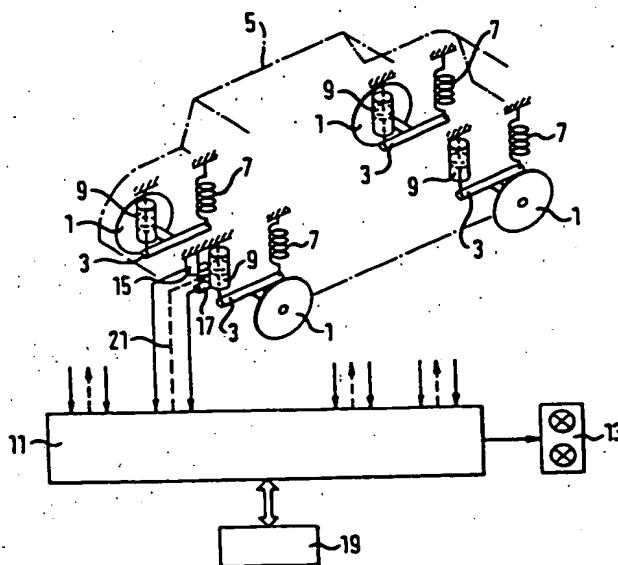
71 Anmelder:  
Fichtel & Sachs AG, 97424 Schweinfurt, DE

72 Erfinder:  
Adler, Uwe, Dr., 97509 Kolitzheim, DE; Wagner,  
Manfred, Dr., Hangzhou, CN

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Anordnung zur Überwachung der Wirksamkeit eines Fahrzeugstoßdämpfers

57 Zur Überwachung der Wirksamkeit wenigstens eines in ein Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs (5) eingebauten Stoßdämpfers (9) während des Fahrbetriebs wird vorgeschlagen, daß an dem Stoßdämpfer (9) oder einer mit ihm verbundenen Fahrzeugkomponente (3) betriebsmäßig fest ein Meßsensor (15, 17) angeordnet wird, dessen Meßgröße ein Maß für einen mit abnehmender Wirksamkeit des Stoßdämpfers sich ändernden Betriebsparameter repräsentiert. In dem Fahrzeug ist ein Datenspeicher (19) zur Speicherung eines die Wirksamkeitsgrenze definierenden Grenzwerts vorgesehen. Eine Überwachungsschaltung (11) ermittelt abhängig von der Meßgröße des Meßsensors (15, 17) und dem in dem Datenspeicher (19) gespeicherten Grenzwert eine Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze und zeigt dies in einer Anzeigeeinrichtung (13) an.



DE 44 40 413 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Überwachung der Wirksamkeit wenigstens eines in ein Fahrwerk eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, eingebauten Stoßdämpfers während des Fahrbetriebs.

Der Zustand von Stoßdämpfern, d. h. allgemein Schwingungsdämpfern, des Fahrwerks eines Kraftfahrzeugs hat entscheidenden Einfluß auf das Fahrverhalten und die Fahrsicherheit. Unwirksame, beispielsweise verschlissene Stoßdämpfer mindern die Fahrleistung insbesondere bei Lenk- und Bremsvorgängen beträchtlich. Da sich die Dämpfungsleistung der Stoßdämpfer vielfach nicht plötzlich ändert, sondern nur allmählich abnimmt, gewöhnen sich viele Fahrer an das sich verschlechternde Fahrverhalten, ohne sich der Konsequenzen für die damit abnehmende Fahrsicherheit bewußt zu werden.

Die Prüfung der Wirksamkeit der in das Fahrzeug eingebauten Stoßdämpfer beschränkt sich vielfach auf eine Sichtkontrolle auf aus dem Stoßdämpfer ausfließende Hydraulikflüssigkeit. Abgesehen von der Möglichkeit, den Stoßdämpfer für die Überprüfung aus dem Fahrzeug auszubauen, ist es aus ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, 72. Jahrgang, Nr. 3/1970, Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart, Dr. T. Meller "Prüfung hydraulischer Stoßdämpfer im Fahrzeug" bekannt, die den Stoßdämpfern zugeordneten Räder des Fahrzeugs über einen vertikal schwingenden, federnd angekoppelten Schwingantrieb in Schwingungen zu versetzen und den Amplitudenverlauf der Radschwingungen aufzuzeichnen. Aus der Größe der Schwingungsamplitude und dem Abklingverhalten nach dem Abschalten des Schwingantriebs lassen sich qualitative Rückschlüsse auf den Zustand des Stoßdämpfers ziehen. Das bekannte Stoßdämpfer-Prüfgerät benötigt einen stationären Schwingantrieb und läßt sich damit lediglich für eine werkstattgebundene Überprüfung der Wirksamkeit der Stoßdämpfer einsetzen, nicht aber für eine Kontrolle der Wirksamkeit während des Fahrbetriebs.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zur Überwachung der Wirksamkeit von Stoßdämpfern eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, anzugeben, die eine Überwachung der Wirksamkeit während des Fahrbetriebs erlaubt.

Die erfindungsgemäße Überwachungsanordnung ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:  
Zumindest einen an dem Stoßdämpfer oder einer mit ihm verbundenen Fahrzeugkomponente betriebsmäßig fest angeordneten Meßsensor, dessen Meßgröße ein Maß für einen mit abnehmender Wirksamkeit des Stoßdämpfers sich ändernden Betriebsparameter repräsentiert,  
einen in dem Fahrzeug anzuordnenden Datenspeicher zur Speicherung wenigstens eines einer Wirksamkeitsgrenze definierenden Grenzwerts,  
eine in dem Fahrzeug anzuordnende, abhängig von der Meßgröße des Meßsensors und dem in dem Datenspeicher gespeicherten Grenzwert eine Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze ermittelnde Überwachungsschaltung  
und eine auf die Überwachungsschaltung ansprechende, die Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze anzeigende Anzeigeeinrichtung.

Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, anstelle werkstattgebundener Schwingantriebe, die das dem Stoßdämpfer zugeordnete Rad des Fahrwerks in

Schwingungen versetzen, die während des Fahrbetriebs in Richtung der Fahrzeug-Hochachse auftretenden Vertikalschwingungen zur Überprüfung der Stoßdämpferwirkung auszunutzen. Ein oder mehrere in das Fahrzeug eingebaute Meßsensoren erfassen direkt oder indirekt Betriebsparameter des Fahrzeugs, die ein Maß für das bei Verschleiß abnehmende Dämpfungkraftvermögen des Stoßdämpfers sind. Die Meßgrößen des oder der Meßsensoren werden mit einem oder mehreren Grenzwerten verglichen, um so Hinweise auf den Verschleißzustand der Dämpfer zu gewinnen. Durch die Bemessung der Grenzwerte und der durch sie bestimmten Wirksamkeitsbereiche des Stoßdämpfers läßt sich nicht nur die Unterschreitung einer unter Fahrsicherheitsaspekten festgelegten Wirksamkeitsgrenze erfassen, sondern auch bereits eine vorbestimmte Annäherung an die Wirksamkeitsgrenze.

In einer ersten bevorzugten Ausgestaltung repräsentiert die ein Maß für die Wirksamkeit des Stoßdämpfers repräsentierende Meßgröße den Druck in dem Stoßdämpfer oder die Dämpfungkraft des Stoßdämpfers. Ein weiterer Meßsensor liefert zusätzlich eine die Dämpfer-Verstellgeschwindigkeit des Stoßdämpfers, d. h. die Relativgeschwindigkeit zwischen Kolben und Zylinder des Stoßdämpfers repräsentierende weitere Meßgröße. Die Überwachungsschaltung ermittelt in dieser Ausführungsform abhängig von dem weiteren Meßsignal die Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze, wenn die Dämpfer-Verstellgeschwindigkeit einen vorgegebenen Wert hat oder in einem vorgegebenen Wertebereich liegt. Diese Ausgestaltung geht von der Überlegung aus, daß das Dämpfungkraftvermögen des Stoßdämpfers mit zunehmendem Verschleiß abnimmt, der Stoßdämpfer also "weicher" wird. Die Zuordnung der Wirksamkeitsgrenze zur Dämpfer-Verstellgeschwindigkeit erfolgt entsprechend der Dämpfungkraft-Verstellgeschwindigkeits-Kennlinie des Stoßdämpfers. Im Einzelfall kann es genügen, wenn der Grenzwert lediglich für einen Verstellgeschwindigkeitsausschnitt der Kennlinie repräsentativ ist, also beispielsweise ein mittlerer Dämpfungkraft- oder Druckwert ist oder aber einen für die Wirksamkeit des Stoßdämpfers besonders signifikanten Dämpfungkraft- oder Druckwert darstellt.

Bevorzugt sind Ausführungsformen, bei welchen der Datenspeicher die Grenzwerte in Form wenigstens einer Kennlinie speichert, die die Grenzwerte als Funktion von Werten eines weiteren Betriebsparameters, insbesondere der Dämpfer-Verstellgeschwindigkeit, festlegt, wobei zumindest einer der Meßsensoren die den weiteren Betriebsparameter repräsentierende Meßgröße liefert und die Überwachungsschaltung den Grenzwert abhängig von der den weiteren Betriebsparameter repräsentierenden Meßgröße entsprechend der Kennlinie auswählt. Auf diese Weise läßt sich eine besonders exakte Überwachung des Stoßdämpfers erreichen. Die Kennlinie kann in dem Datenspeicher beispielsweise in Tabellenform gespeichert sein.

Üblicherweise sind Stoßdämpfer bei Zugkraftbeanspruchung für einen anderen, meist höheren Kraft- bzw. Druckwert bemessen als bei Druckkraftbeanspruchung. Im Einzelfall mag es genügen, wenn beiden Belastungsrichtungen gleiche Grenzwerte zugeordnet sind. Zweckmäßigerweise enthält jedoch der Datenspeicher gesonderte Grenzwerte für die Belastung in Zugrichtung und die Belastung in Druckrichtung. Die Überwachungsschaltung wählt die Grenzwerte abhängig von der die Belastungsrichtung repräsentierenden Meßgröße eines der Meßsensoren aus. Die Unterscheidung zwi-

schen Grenzwerten für Zugbelastung und Grenzwerten für Druckbelastung ist sowohl für einzelne Grenzwerte als auch für Grenzwertkennlinien von Bedeutung.

Den Parameterwerten der Verstellgeschwindigkeit können ihrerseits mehrere Grenzwerte zugeordnet sein, die unterschiedlichen Abstufungen der Unwirksamkeit des Stoßdämpfers zugeordnet sind. So läßt sich beispielsweise nicht nur die unter Aspekten der Fahrsicherheit zu definierende Unwirksamkeit des Stoßdämpfers festlegen, sondern auch bereits die Annäherung an die Unwirksamkeit. Die den Unwirksamkeitsstufen zugeordneten Grenzwerte können sämtlich in dem Datenspeicher gespeichert sein; sie lassen sich aber auch beispielsweise durch Multiplizieren mit Proportionalitätsfaktoren aus gespeicherten Grenzwerten errechnen. So kann beispielsweise die Unwirksamkeitsgrenze bei etwa 50 % des Dämpfungskraftwerts eines neuen Stoßdämpfers und die Annäherungsgrenze bei 70% des Neuwerts liegen.

Die Grenzwerte oder Grenzwertkennlinien können herstellerteilseitig vorgegeben werden. Die Überwachungsschaltung kann aber auch so aufgebaut sein, daß sie in eine Lernbetriebsart schaltbar ist, in der sie zur Festlegung des Grenzwerts bzw. der Grenzwerte einen Mittelwert der die Wirksamkeit des Stoßdämpfers repräsentierenden Meßgröße ermittelt und abhängig von dem Mittelwert den Grenzwert festlegt und in den Datenspeicher einschreibt. Auf diese Weise lassen sich Systemtoleranzen vermeiden.

In der vorstehend erläuterten Ausführungsform werden Betriebsparameter der Stoßdämpfer unmittelbar zur Diagnose ihrer Wirksamkeit ausgenutzt. Die Meßsensoren erfassen Betriebsparameter der Stoßdämpfer als solcher. Es hat sich gezeigt, daß aber auch andere für die Fahrsicherheit relevante Betriebsparameter des Fahrwerks oder des Fahrzeugs Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Stoßdämpfer zulassen und im eingebauten Zustand der Stoßdämpfer eine permanente Überwachung ermöglichen. Überraschenderweise hat sich herausgestellt, daß die Vertikalbeschleunigung oder die dynamische Radlastschwankung eines dem Stoßdämpfer zugeordneten Rads des Fahrwerks des Fahrzeugs ein hinreichend genaues Maß für die Wirksamkeit des Stoßdämpfers bildet. Speziell im Bereich niedriger Schwingungsfrequenzen der vertikalen Radschwingungen, beispielsweise im Frequenzbereich der Eigenfrequenzen des Fahrzeugaufbaus, nimmt die Amplitude der Vertikalbeschleunigung des Rads bzw. die Amplitude der dynamischen Radlastschwankung mit abnehmendem Dämpfungsfaktor des Stoßdämpfers stark zu. Speziell in diesem Frequenzbereich hat sich gezeigt, daß die Federsteife der Radreifen oder die Radmasse einen für das vorgeschlagene Prüfverfahren vernachlässigbaren Einfluß auf die Amplitude der Vertikalbeschleunigung bzw. die Amplitude der Radlastschwankung hat. Zugleich ist der Einfluß der Masse des Fahrzeugaufbaus in diesem Frequenzbereich vernachlässigbar klein. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist deshalb vorgesehen, daß die ein Maß für die Wirksamkeit des Stoßdämpfers repräsentierende Meßgröße ein Maß für die Vertikalbeschleunigung oder die dynamische Radlastschwankung des dem Stoßdämpfer zugeordneten Rads des Fahrwerks repräsentiert. Auch in dieser Ausgestaltung der Erfindung kann die Meßgröße, insbesondere die durch Filtermittel auf den genannten Frequenzbereich eingeschränkte Meßgröße mit einem oder mehreren in dem Datenspeicher gespeicherten Grenzwerten verglichen werden, um die Wirksamkeit des Stoßdämpfers zu

überprüfen. Auch hier können die Grenzwerte gestuft sein, um nicht nur die Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze zu erfassen, sondern auch für Vorwarnungszwecke die Annäherung an die Wirksamkeitsgrenze. Die Radbeschleunigung läßt sich beispielsweise mittels eines am Radträger angebrachten Beschleunigungssensors ermitteln. Die dynamische Radlastschwankung könnte beispielsweise mittels eines zwischen Fahrzeugaufbau und Radträger im Abstützweg von Radfederung und Stoßdämpfer angeordneten Kraftmeßsensors ermittelt werden.

Da die Radbeschleunigung bzw. die dynamische Radlastschwankung im Fahrbetrieb stark schwankt, Schwingungsmaxima jedoch nicht ohne weiteres die Diagnose eines unwirksamen Stoßdämpfers auslösen sollen, umfaßt die Überwachungsschaltung bevorzugt Mittelungsmittel, die, bezogen auf ein vorgegebenes Integrationsintervall, eine zumindest näherungsweise dem Mittelwert der Amplitude der die Radbeschleunigung oder die dynamische Radlastschwankung repräsentierenden Meßgröße entsprechende, gemittelte Meßgröße liefern. Die Überwachungsschaltung erfaßt die Unterschreitung des Grenzwerts dann abhängig von der gemittelten Meßgröße.

Es könnte an eine kontinuierliche Mittelwertbildung gedacht werden, die jedoch insbesondere bei Überwachungsschaltungen auf Mikroprozessorbasis zu einem unnötig hohen Rechenzeitbedarf zugehöriger Unterprogramme führen würden. Es hat sich unter dem letztgenannten Gesichtspunkt als günstig erwiesen, wenn die Mittelungsmittel Extremwertaufassungsmittel aufweisen, die in aufeinanderfolgenden Erfassungsintervallen vorbestimmter Größe kleiner als das Integrationsintervall Extremwerte der Meßgröße, insbesondere den größten oder den kleinsten Extremwert jedes Erfassungsintervalls erfassen, wobei die dann die Mittelungsmittel für die Lieferung der gemittelten Meßgröße einen Mittelwert der erfaßten Extremwerte bilden.

Bei dem Integrationsintervall und dem Erfassungsintervall kann es sich um Zeitabschnitte vorbestimmter Größe handeln. Um den Einfluß von Stillstandszeiten des Fahrzeugs zu eliminieren, handelt es sich bei dem Integrationsintervall und dem Erfassungsintervall jedoch bevorzugt um vorbestimmte Fahrstreckenintervalle. Das Integrationsintervall ist hierbei um wenigstens eine, vorzugsweise jedoch mehrere Größenordnungen größer als das Erfassungsintervall. Beispielsweise kann das Erfassungsintervall in der Größenordnung von 1 km liegen, während das Integrationsintervall zum Beispiel 500 km und mehr beträgt.

Die Amplituden der Radbeschleunigung und der dynamischen Radlastschwankung können in Zugrichtung des Stoßdämpfers einerseits und in Druckrichtung des Stoßdämpfers andererseits unterschiedlich sein. Zweckmäßigerweise mitteln deshalb die Mittelungsmittel die Amplituden der Meßgröße nach Zugrichtung und Druckrichtung des Stoßdämpfers gesondert. Für das Erfassen der Wirksamkeit des Stoßdämpfers nutzt die Überwachungsschaltung zweckmäßigerweise ein die Summe der beiden für Druckrichtung und Zugrichtung gesondert gemittelten Meßgrößen entsprechende, gemittelte Meßgröße. Diese gemittelte Meßgröße entspricht der Spannweite der Radbeschleunigungen bzw. der dynamischen Radlastschwankung.

Auch bei der Überwachung der Stoßdämpferwirksamkeit auf der Grundlage der Messung von Radbeschleunigung oder dynamischer Radlastschwankung ist die Überwachungsschaltung zweckmäßigerweise in ei-

ne Lernbetriebsart schaltbar, in der sie den Grenzwert bzw. die Grenzwerte abhängig von der gemittelten Meßgröße festlegt und in den Datenspeicher einschreibt. Bevorzugt wird der Grenzwert bzw. die Grenzwerte abhängig von mehreren, in einer vorbestimmten Anzahl aufeinanderfolgender Integrationsintervalle gemittelter Meßgrößen festgelegt. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß der Grenzwert über eine vergleichsweise lange Fahrstrecke ermittelt wird, so daß auch längere Fahrten unter gleichbleibenden Fahrbedingungen, beispielsweise eine Autobahnfahrt über 500 km nicht eine im nachfolgenden Überwachungsbetrieb unverhältnismäßig rasch zu überschreitende Unwirksamkeitsgrenze definiert. Die Festlegung des Grenzwerts im Lernbetrieb kann abhängig vom Mittelwert der vorbestimmten Anzahl gemittelter Meßgrößen, aber auch abhängig von der kleinsten oder der größten dieser gemittelten Meßgrößen erfolgen.

Die Überwachung der Wirksamkeit des Stoßdämpfers auf der Grundlage der in dem Datenspeicher gespeicherten Grenzwerte ermöglicht das Erkennen einer schleichend sich einstellenden Unwirksamkeit, beispielsweise aufgrund von Verschleiß. Allerdings lassen sich auch plötzliche Ausfälle eines von mehreren Stoßdämpfern eines Fahrzeugs erfassen, beispielsweise indem die in den vorstehend erwähnten Erfassungsintervallen auftretenden Extremwerte nicht mit dem in dem Speicher gespeicherten Grenzwert verglichen werden, sondern mit entsprechenden Meßgrößen, die für andere Stoßdämpfer des Fahrzeugs ermittelt wurden. Beispielsweise kann davon ausgegangen werden, daß, gesehen in Längsrichtung des Fahrzeugs, auf derselben Seite angeordnete Räder während des Erfassungsintervalls annähernd gleichen Fahrbedingungen ausgesetzt sind und dementsprechend, gegebenenfalls nach Bewertung, zu vergleichbaren Meßgrößen führen. Eine plötzliche Änderung der Meßgröße eines der Stoßdämpfer kann dann als plötzlicher Defekt dieses Stoßdämpfers gewertet werden. Es versteht sich, daß auch Mittelwerte der Meßgrößen mehrerer Stoßdämpfer zum Vergleich mit der Meßgröße eines der Stoßdämpfer herangezogen werden können. Mit anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, daß die Meßgrößen der zum Vergleich herangezogenen Stoßdämpfer einen "variablen" Grenzwert bilden.

In beiden vorstehend erläuterten Ausführungsformen ist es zweckmäßig wenn der Überwachungsschaltung Speichermittel zugeordnet sind, in welchen bei Ermittlung der Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze Daten über wenigstens eine der Meßgrößen oder/und aus den Meßgrößen abgeleitete Informationen speicherbar sind. In dieser Form gespeicherte Daten erleichtern einerseits die Fehlerdiagnose und ermöglichen es andererseits, den Stoßdämpferherstellern Ursachen für vorzeitiges Ausfallen der Stoßdämpfer zu ermitteln und dementsprechend die Konstruktion der Stoßdämpfer zu verbessern. Aus den Werten der Meßgrößen lassen sich in aller Regel Rückschlüsse auf diejenigen Komponenten des Stoßdämpfers ziehen, die den Defekt des Stoßdämpfers bewirkt haben. Ergibt sich beispielsweise der Fehler in Druckrichtung, so kann das Bodenventil des Stoßdämpfers defekt sein. Ein in Zugrichtung auftretender Fehler deutet auf einen Defekt des Kolbenventils hin. Wird die Wirksamkeit des Stoßdämpfers zum Beispiel anhand der Dämpfungskraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinie überwacht, so deuten Fehler im Bereich niedriger Verstellgeschwindigkeiten auf einen Defekt bzw. Verschleiß im Bereich von konstanten Drosselquer-

schnitten des Stoßdämpfers hin, da bei niedrigen Verstellgeschwindigkeiten die Ventile in der Regel nicht ansprechen. Tritt der Fehler andererseits bei hohen Verstellgeschwindigkeiten auf, so kann die Ursache des Fehlers bei den Ventilen liegen.

Die Erfindung läßt sich bei Stoßdämpfern mit fest vorgegebener Dämpfungskraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinie als auch bei Stoßdämpfern mit in Stufen umschaltbarer Kennlinie einsetzen. Im letztgenannten Fall ist zweckmäßigerweise vorgesehen, daß der Datenspeicher gesonderte Grenzwerte für die einzelnen Kennlinien speichert, die die Überwachungsschaltung abhängig von einem die momentane Kennlinie repräsentierenden Steuersignal auswählt. Das Steuersignal wird in an sich bekannter Weise von einer die Dämpfungskraft der Stoßdämpfer den aktuellen Fahrbedingungen anpassen-

den Dämpfersteuerung erzeugt. Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig. 1 eine Schemadarstellung eines Kraftfahrzeugs mit einer die Wirksamkeit von Fahrwerk-Stoßdämpfern des Kraftfahrzeugs während des Fahrbetriebs überwachenden Anordnung;

Fig. 2 ein Diagramm mit Dämpfungskraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinien der Stoßdämpfer;

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise der Überwachungsanordnung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einer Variante einer die Wirksamkeit von Fahrwerk-Stoßdämpfern des Kraftfahrzeugs während des Fahrbetriebs überwachenden Anordnung;

Fig. 5 ein Ablaufdiagramm mit dem Hauptprogramm der Überwachungsanordnung nach Fig. 4;

Fig. 6 ein Ablaufdiagramm mit einem Vergleichswerte ermittelnden Unterprogramm aus Fig. 5;

Fig. 7 Diagramme, die Radbeschleunigungs-Meßgrößen in Abhängigkeit von der Fahrstrecke zeigen zur Erläuterung der Bestimmung der Vergleichswerte, und

Fig. 8 ein Ablaufdiagramm mit einem Sollwerte bestimmenden Unterprogramm aus Fig. 5.

Fig. 1 zeigt schematisch angedeutet ein Kraftfahrzeug, dessen Räder 1 mittels Radträger 3 im wesentlichen vertikal, d. h. in Hochrichtung des Kraftfahrzeugs, an einem Fahrzeugaufbau 5 beweglich geführt sind. Zwischen den Radträgern 3 und dem Fahrzeugaufbau 5 sind ferner jeweils Radfederungen 7 und Stoßdämpfer 9 zur Dämpfung vertikaler Radschwingungen abgestützt.

Im Neuzustand haben die Stoßdämpfer 9 ein vorbestimmtes, dem Kraftfahrzeug angepaßtes Dämpfungvermögen, das für einen optimalen Kompromiß zwischen Fahrkomfort einerseits und Fahrverhalten sowie Fahrsicherheit andererseits festgelegt ist. "Weiche" Kennlinien sorgen für hohen Komfort, jedoch zu Lasten der Fahrsicherheit, die durch "härtere" Kennlinien erhöht wird. Mit wachsendem Verschleiß der Stoßdämpfer ändert sich ihre Kennlinie in Richtung "weich", also zu Lasten der Fahrsicherheit. Da Verschleiß schleichend vor sich geht, tritt ein Gewöhnungseffekt ein, der die verminderte Fahrsicherheit eines über eine Grenze zulässiger Wirksamkeitsminderung hinaus verschlissenen Stoßdämpfers verschleiern. Um auch während des Fahrbetriebs die Unterschreitung dieser Wirksamkeitsgrenze erfassen und anzeigen zu können, umfaßt das Kraftfahrzeug eine Überwachungsschaltung 11, die eine im wesentlichen kontinuierliche Überprüfung der einzelnen Stoßdämpfer 9 während des Fahrbetriebs ermöglicht und über eine Anzeigeeinrichtung 13 den Fahrer informiert bzw. warnt, wenn zumindest einer der Stoß-

dämpfer 9 durch Unterschreiten seiner Wirksamkeitsgrenze einen betriebsunsicheren Zustand erreicht hat. Die Anzeige defekter Stoßdämpfer 9 kann für jeden einzelnen Stoßdämpfer gesondert erfolgen, aber auch insgesamt für alle Stoßdämpfer gemeinsam. Weiterhin kann die Anzeigeeinrichtung 13 unterschiedliche Grade der Unwirksamkeit anzeigen, so daß neben der Warnung vor betriebsunsicheren Stoßdämpfern auch eine Vorwarnung möglich ist.

Der Überwachungsschaltung 11 ist für jeden der zu überwachenden Stoßdämpfer 9 wenigstens ein Meßsensor zugeordnet, der an dem Stoßdämpfer 9 oder einer mit ihm verbundenen Fahrzeugkomponente, beispielsweise dem Radträger 3, betriebsmäßig fest angeordnet ist und dessen Meßgröße ein Maß für einen mit abnehmender Wirksamkeit des Stoßdämpfers 9 sich ändernden Betriebsparameter repräsentiert.

Im vorliegenden Fall mißt ein Geschwindigkeitssensor 15 die Verstellgeschwindigkeit des Stoßdämpfers, d. h. die Geschwindigkeit eines Stoßdämpferkolbens relativ zum Stoßdämpferrohr. Ein Drucksensor 17 erfaßt den Druck im Stoßdämpfer 9. Fig. 1 zeigt der Einfachheit halber lediglich für eines der Räder die mit der Überwachungsschaltung 11 verbundenen Meßsensoren 15, 17. Da der Druck im Stoßdämpfer im wesentlichen proportional zur Dämpfungskraft des Stoßdämpfers ist, lassen sich aus den beiden von den Meßsensoren 15, 17 gemessenen Meßgrößen — Dämpferdruck und Verstellgeschwindigkeit — Wertepaare errechnen, die einen Vergleich mit der konstruktionsbedingt vorgegebenen Dämpfungkraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinie des Stoßdämpfers erlauben. Bei verschleißbedingter Abweichung der gemessenen Meßgrößenpaare von einer den Neuzustand des Dämpfers repräsentierenden Dämpfungkraft-Verstellgeschwindigkeit-Sollkennlinie, läßt sich aus dem Grad der Abweichung der Verschleißzustand des Stoßdämpfers ermitteln.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel einer Soll-Kennlinie  $F_{20}$  für den in Zugrichtung beanspruchten Stoßdämpfer in einem Diagramm, das die Dämpfungskraft  $F_z$  in Abhängigkeit von der Verstellgeschwindigkeit  $v$  zeigt. In Fig. 2 ist zusätzlich für die Belastung des Stoßdämpfers in Druckrichtung eine Soll-Kennlinie  $F_{d0}$ , die die Abhängigkeit der Dämpfungskraft  $F_d$  in Druckrichtung von der Verstellgeschwindigkeit  $v$  repräsentiert. Die Soll-Kennlinien  $F_{20}$  und  $F_{d0}$  geben den Neuzustand des Stoßdämpfers wieder, d. h. bei einem Verschleißgrad von 0%. Fig. 2 zeigt zusätzlich Kennlinien für höhere Verschleißgrade, z. B. Kennlinien  $F_{z1}$  und  $F_{d1}$  für einen Verschleißgrad von 30% in Zug- bzw. Druckrichtung und Kennlinien  $F_{z2}$  bzw.  $F_{d2}$  für einen Verschleißgrad von zum Beispiel 50% in Zug- bzw. Druckrichtung. Die verschleißbedingten Kennlinien verlaufen flacher als die Soll-Kennlinien, sind also "weicher".

Der Überwachungsschaltung 11 ist ein Datenspeicher 19 zugeordnet, in welchem zumindest die Soll-Kennlinien  $F_{20}$  und  $F_{d0}$  zum Beispiel in Tabellenform gespeichert sind. Die verschleißbedingten Kennlinien können gleichfalls in dem Datenspeicher 19 gespeichert sein; sie können aber auch näherungsweise durch Multiplizieren der Dämpfungskraftwerte der Soll-Kennlinien mit einem Faktor von 0,7 für den Verschleißgrad 30% und 0,5 für den Verschleißgrad 50% aus den Dämpfungskraftwerten der Soll-Kennlinien errechnet werden. Die Dämpfungskraft-Kennlinien definieren zwischen sich Toleranzbänder des Dämpfungkraftverlaufs, die eine Überwachung der Wirksamkeit des Stoßdämpfers erlauben. So definieren zum Beispiel die Kennlinien  $F_{z2}$  und  $F_{d2}$  Grenzwerte in

Abhängigkeit von der Verstellgeschwindigkeit  $v$ , die die Dämpfungskraft  $F_z$  und  $F_d$  nicht unterschreiten darf, wenn der Stoßdämpfer noch als betriebssicher, d. h. wirksam, gelten soll. Es versteht sich, daß die Grenze von 50% nur ein Beispiel für einen Grenzwert darstellt. Die Kennlinien  $F_{z1}$  und  $F_{d1}$  liegen zwischen den Kennlinien  $F_{20}$  und  $F_{z2}$  bzw.  $F_{d0}$  und  $F_{d2}$ . Liegen die abhängig von der Verstellgeschwindigkeit  $v$  aus der Messung ermittelten Werte beispielsweise der Dämpfungskraft  $F_z$  in dem Toleranzband zwischen den Kennlinien  $F_{20}$  und  $F_{z1}$ , so arbeitet der Stoßdämpfer ordnungsgemäß. Verringern sich die Dämpfungskraftwerte  $F_z$  in Abhängigkeit von der Verstellgeschwindigkeit  $v$  in den Bereich des Toleranzbands zwischen den Kennlinien  $F_{z1}$  und  $F_{z2}$ , so diagnostiziert die Überwachungsschaltung 11 eine Annäherung an die Wirksamkeitsgrenze und zeigt dies mittels der Anzeigeeinrichtung 13 (Fig. 1) an. Verkleinern sich die Dämpfungskraftwerte  $F_z$  unter die Kennlinie  $F_{z2}$ , so wird die Wirksamkeitsgrenze unterschritten, und die Überwachungsschaltung 11 meldet den Stoßdämpfer über die Anzeigeeinrichtung 13 als defekt. Entsprechendes gilt für die Dämpfungskraftwerte  $F_d$  in Druckrichtung.

Die Stoßdämpfer 9 können beispielsweise in Stufen umschaltbare Dämpfungkraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinien eingerichtet sein, die von einer nicht näher dargestellten Dämpfersteuerung der Fahr situation oder einem Fahrerwunsch folgend ausgewählt wird. Stoßdämpfer mit derartiger änderbarer Kennlinie sind bekannt und sollen nicht näher erläutert werden. Die Dämpfersteuerung kann, wie dies durch gestrichelte Steuerleitungen 21 in Fig. 1 angedeutet ist, Bestandteil einer komplexeren, die Überwachungsschaltung umfassenden Schaltung sein. Den einzelnen Dämpfungkraftstufen solcher adaptiver Stoßdämpfer sind in den Datenspeicher 19 gesonderte Soll-Kennlinien  $F_{20}$  und  $F_{d0}$  zugeordnet, um den unterschiedlichen Dämpfungkraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinien der einzelnen Dämpfungkraftstufen Rechnung zu tragen. Dementsprechend sind auch unterschiedliche Verschleißgrenzen für die einzelnen Dämpfungkraftstufen vorgesehen. Die Überwachung der einzelnen Stoßdämpfer 9 erfolgt in der jeweils aktuell eingeschalteten Dämpfungkraftstufe.

Der Überwachungsschaltung 11 bzw. ihrer Anzeigeeinrichtung 13 sind in die Datenspeicher 19 oder einem gesonderten Speicher Speicherbereiche zugeordnet, in welchen für eine spätere Werkstatt diagnose Daten gespeichert werden, aus welchen auf die Art des Fehlers geschlossen werden kann, der zum Ausfall des Stoßdämpfers geführt hat. Beispielsweise können Informationen gespeichert werden, ob ein Dämpfungkraftabfall in der Druckrichtung oder in der Zugrichtung aufgetreten ist. Der Dämpfungkraftabfall in der Druckrichtung kann auf einem Defekt eines Bodenventils des Stoßdämpfers beruhen, während der Ausfall in Zugrichtung durch den Defekt eines Kolbenventils verursacht sein kann. Darüber hinaus können Daten über den Verstellgeschwindigkeitsbereich gespeichert werden, in welchem der Dämpfungkraftabfall gegenüber dem Neuzustand erfaßt wurde. Erfolgt der Dämpfungkraftabfall bei niedrigen Verstellgeschwindigkeiten, so kann der Fehler auf eine Veränderung von Drosselspalten zurückzuführen sein, da bei niedrigen Verstellgeschwindigkeiten die Ventile nur bedingt schalten. Bei hohen Verstellgeschwindigkeiten sprechen andererseits die Ventile an, so daß Änderungen ihrer Federkennlinien die Ursache für den Wirkungsabfall des Stoßdämpfers sein können.

Fig. 3 zeigt ein Beispiel eines Ablaufdiagramms für die während der Fahrt durchzuführende Stoßdämpfer-

überwachung. Das im Block 23 gestartete Programm überprüft im Entscheidungsblock 25, ob der zu prüfende Stoßdämpfer eine in Stufen verstellbare Dämpfungskraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinie hat. Ist die Kennlinie verstellbar, wird in einem Erfassungsblock 27 festgestellt, welche Dämpfungskraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinie eingestellt ist und in einem Block 29 zur Markierung ein Pointer auf die aktuell eingestellte Kennlinie gesetzt. Mit der Information, welche Kennlinie zu berücksichtigen ist, wird in einem Erfassungsblock 31 der momentane Kolbenweg gemessen und in einem Block 33 die Verstellgeschwindigkeit  $v$  aus dem gemessenen Kolbenweg, beispielsweise durch Differenzieren, errechnet. In einem Block 35 wird ferner die Bewegungsrichtung des Kolbens des Stoßdämpfers relativ zum Dämpferrohr festgestellt, also ermittelt, ob der Stoßdämpfer in Zugrichtung oder in Druckrichtung beansprucht wird. In einem weiteren Erfassungsblock 37 wird der Druck  $p$  im Dämpferzylinder gemessen und daraus die Dämpfungskraft  $F$  in einem Block 39 errechnet. Abhängig von der in einer Entscheidungsstufe 41 getroffenen Entscheidung, ob der Stoßdämpfer in Druckrichtung betrieben wird, wird anhand der in dem Datenspeicher 19 gespeicherten Information über die Soll-Kennlinie  $F_{20}$  bzw.  $F_{40}$  und der im Block 33 ermittelten Verstellgeschwindigkeit  $v$  der momentane Sollwert für die Dämpfungskraft  $F_{\text{soll}}$  ermittelt. Bejaht die Entscheidungsstufe 41, daß der Stoßdämpfer in Druckrichtung betrieben wird, so wird der Dämpfungskraft-Sollwert  $F_{\text{soll}}$  in einem Block 43 abhängig von  $F_{20}$  festgelegt. Wird die Frage verneint, so wird  $F_{\text{soll}}$  in einem Block 45 abhängig von  $F_{40}$  festgelegt. Es versteht sich, daß der Entscheidungsblock 41 die Entscheidung auch nach der Frage Zugrichtung ja oder nein treffen kann. In einem Block 47 wird sodann durch Multiplizieren von  $F_{\text{soll}}$  mit einer Konstanten  $c_1$  die Annäherungsgrenze  $F_1$  und in einem Block 49 durch Multiplizieren von  $F_{\text{soll}}$  mit einer Konstanten  $c_2$  die Unwirksamkeitsgrenze  $F_2$  errechnet. Bei den Konstanten  $c_1$  und  $c_2$  handelt es sich um Werte zwischen 0 und 1, wobei  $c_1$  größer ist als  $c_2$ . Angewandt auf das in Fig. 2 dargestellte Beispiel entspricht der 30%igen Minderung des Dämpfungkraftvermögens ein Wert der Konstanten  $c_1$  von 0,7, während die Konstante  $c_2$  gleich 0,5 zu setzen ist für eine 50%ige Grenze der Wirksamkeit. In einem Entscheidungsblock 51 wird überwacht, ob der im Block 39 errechnete Dämpfungkraftwert kleiner ist als die Grenze  $F_2$ . Im Bejahungsfall wird ein die Anzeigeeinrichtung 13 auslösendes Unterprogramm 53 ausgelöst, das seinerseits ein Unterprogramm 55 aktiviert, welches die vorstehend erläuterte Fehlerzuweisung und Datensicherungsspeicherung für Diagnosezwecke aktiviert. Das Unterprogramm 55 führt zum Startblock 23 zurück. Ist  $F$  größer oder gleich  $F_2$ , so wird in einem Entscheidungsblock 57 überprüft, ob der im Block 39 ermittelte Wert der Dämpfungkraft  $F$  kleiner ist als der Grenzwert  $F_1$ . Trifft dies zu, so wird in einem Block 59 ein Unterprogramm "Vorwarnung" gestartet, das über die Anzeigeeinrichtung 13 die Vorwarnung des Fahrers auslöst. Auch hier wird über das Unterprogramm 55 "Fehlerzuweisung plus Speicherung" dieser Zustand für Diagnosezwecke gespeichert, bevor das Programm zum Start 23 zurückkehrt. Ist die Dämpfungskraft  $F$  größer oder gleich dem Grenzwert  $F_1$ , so kehrt das Programm direkt zum Start 23 zurück.

Im vorangegangenen erläuterten Ausführungsbeispiel wird die Wirksamkeit der Stoßdämpfer anhand von Sollwerten  $F_{\text{soll}}$  überwacht, die die Dämpfungskraft repräsentieren und die mit Dämpfungkraft-Istwerten  $F$  vergli-

chen werden. Da zwischen der Dämpfungskraft und dem Druck  $p$  in dem Stoßdämpfer ein vorgegebener funktionaler Zusammenhang besteht, kann alternativ die Überwachung der Wirksamkeit auch in der Weise erfolgen, daß die Sollwerte den Druck repräsentieren und mit Druck-Istwerten verglichen werden. Die Überwachung erfolgt damit auf der Grundlage von Dämpferdruck-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinien in der anhand von Fig. 2 für Dämpfungskraft-Verstellgeschwindigkeit-Kennlinien erläuterten Art und Weise. Gemäß dem Ablaufschema von Fig. 3 wird die Verstellgeschwindigkeit im Block 33 aus dem gemessenen Kolbenweg  $a$  ermittelt. Die Verstellgeschwindigkeit  $v$  kann alternativ auch direkt gemessen werden. Schließlich können die in den Blöcken 47 und 49 aus dem Sollwert ermittelten Verschleißgrenzen nicht durch Multiplizieren mit Konstanten bereitgestellt werden, sondern in Kennlinienform in dem Datenspeicher 19 enthalten sein.

Fig. 4 zeigt eine Variante der vorstehend erläuterten Überwachungsanordnung aus Fig. 1. In Fig. 4 sind der Fig. 1 entsprechende Komponenten mit den Bezugszahlen aus Fig. 1 bezeichnet. Zur Erläuterung wird auf die Beschreibung der Fig. 1 Bezug genommen. Das Kraftfahrzeug, dessen Stoßdämpfer 9 im Fahrbetrieb auf deren Wirksamkeit überwacht werden soll, umfaßt gleichfalls die Komponenten 1 bis 9 aus Fig. 1, und der Überwachungsschaltung 11 sind wiederum eine Anzeigeeinrichtung 13 und ein Datenspeicher 19 zugeordnet.

Im Unterschied zu Fig. 1 überwacht die Überwachungsschaltung 11 die Wirksamkeit der Stoßdämpfer 9 nicht abhängig von Meßgrößen, die unmittelbar ein Maß für die Dämpfer-Kennlinie repräsentieren, sondern abhängig von einer Meßgröße, die lediglich indirekt durch die Wirksamkeit der Stoßdämpfer 9 beeinflusst wird, also indirekt ein Maß für die Wirksamkeit der Stoßdämpfer darstellt.

Es hat sich gezeigt, daß die Radbeschleunigungen der einzelnen Stoßdämpfern 9 zugeordneten, über ihre Radträger 3 vertikal beweglich an dem Fahrzeugaufbau 5 geführten Räder 1 des Kraftfahrzeugs ein hinreichend genaues Maß für die Wirksamkeit der Stoßdämpfer 9 repräsentieren. Im Bereich der Eigenfrequenz von Vertikalschwingungen des Fahrzeugaufbaus 5, insbesondere im Bereich von Schwingungsfrequenzen kleiner als 2 Hz, ist der Einfluß sonstiger Betriebsparameter auf die Radbeschleunigungen vernachlässigbar, so daß die Amplitude der Radbeschleunigung unmittelbar ein Maß für die Wirksamkeit des dem Rad 3 zugeordneten Stoßdämpfers 9 ist. Die Federsteife der elastischen Reifen des Rads beeinflusst die Radbeschleunigung in nennenswertem Umfang erst bei Schwingungsfrequenzen von mehr als 10 Hz. Entsprechendes gilt für den Einfluß der Radmasse, die erst bei Schwingungsfrequenzen von mehr als 5 Hz beginnt, einen nennenswerten Einfluß auf die Radbeschleunigung auszuüben. Zwar hat die Masse des Fahrzeugaufbaus einen gewissen Einfluß auf die Radbeschleunigung auch bei Schwingungsfrequenzen von weniger als 5 Hz, doch ist dieser Einfluß vernachlässigbar verglichen mit dem Einfluß, den der Dämpfungsfaktor des Stoßdämpfers auf die Amplitude der Rad-schwingung bei Schwingungsfrequenzen von weniger als 5 Hz hat. Durch Messen der Radbeschleunigung und eine Begrenzung der Frequenzbandbreite des die Radbeschleunigung repräsentierenden Meßsignals auf weniger als 5 Hz, insbesondere auf weniger als 2 Hz, d. h. den Frequenzbereich von Eigenfrequenzen des Fahrzeugaufbaus läßt sich ein Maß bereitstellen, das indirekt den Dämpfungsfaktor des Stoßdämpfers und damit sei-



ne Wirksamkeit repräsentiert. Wie Fig. 4 der Übersichtlichkeit halber lediglich für einen der Stoßdämpfer 9 zeigt, sind den einzelnen Stoßdämpfern Beschleunigungssensoren 61 zugeordnet, die die momentane Radbeschleunigung des dem Stoßdämpfer 9 zugeordneten Rads 1 kontinuierlich messen. Die Beschleunigungssensoren 61 sind hierbei an einem mit dem Stoßdämpfer 9 verbundenen Teil, beispielsweise dem Radträger 3, angeordnet und über Filter 63 mit der Überwachungsschaltung 11 verbunden. Die Filter 63, bei welchen es sich um Tiefpaßfilter handeln kann, und die gegebenenfalls durch geeignete Programme der zweckmäßigerweise auf Mikroprozessorbasis aufgebauten Überwachungsschaltung 11 realisiert sein können, begrenzen die Signalbandbreite der Beschleunigungssensoren 61 auf weniger als 2 Hz.

Anstelle der Beschleunigungssensoren 61 können auch Kraftmaßsensoren zwischen dem Fahrzeugaufbau 5 und den Radträgern 3 beispielsweise in Serie zu dem Stoßdämpfer 9 oder der Radfederung 7 angeordnet sein. Mit Hilfe derartiger Kraftmeßsensoren läßt sich die dynamische Radlastschwankung messen, deren Amplitude gleichfalls die vorstehend anhand der Radbeschleunigung erläuterten Eigenschaften hat, also ein indirektes Maß für die Wirksamkeit des Stoßdämpfers darstellt. Die Überprüfung der Stoßdämpferwirksamkeit soll im folgenden auf der Basis gemessener Radbeschleunigungen erläutert werden; die Überprüfung auf der Basis der dynamischen Radlastschwankung erfolgt in entsprechender Weise.

Für die kontinuierliche Überwachung des Dämpfungsvermögens der Stoßdämpfer 9 ermittelt die Überwachungsschaltung 11 aus den gefilterten Meßsignalen der Beschleunigungssensoren 61 Beschleunigungs-Vergleichswerte, die sie mit in dem Datenspeicher 19 gespeicherten Grenzwerten für Toleranzbereiche vergleicht, in welchen die einzelnen Stoßdämpfer als wirksam, begrenzt wirksam oder unwirksam angenommen werden. Wie dies anhand der Fig. 2 vorangegangen erläutert wurde, enthält der Datenspeicher 19 Sollwertdaten, die den Neuzustand der Stoßdämpfer repräsentieren. Aus diesen Sollwertdaten für den Neuzustand lassen sich beispielsweise durch Multiplizieren mit konstanten Faktoren Grenzwerte für eine durch die Betriebssicherheit bestimmte Unwirksamkeitsgrenze sowie eine zwischen dem Sollwert und der Unwirksamkeitsgrenze liegende Grenze bedingter Wirksamkeit errechnen. Die Grenzwerte für die Unwirksamkeit und die bedingte Wirksamkeit können anhand vorausgehend von der Überwachungsschaltung 11 ermittelter Sollwerte errechnet und in dem Datenspeicher 19 gespeichert werden; bei den Grenzwerten kann es sich aber auch um herstellerseitig vorgegebene Grenzwerte handeln. Liegen die ausgehend von der gemessenen Radbeschleunigung ermittelten Beschleunigungs-Vergleichswerte zwischen dem Sollwert des Neuzustands und dem Grenzwert bedingter Wirksamkeit, so wird der Stoßdämpfer als funktionstauglich angenommen. Liegt der Beschleunigungs-Vergleichswert zwischen den Grenzwerten für die bedingte Wirksamkeit und die Unwirksamkeit, so erhält der Fahrer über die Anzeigeeinrichtung 13 eine Vorwarnung. Unterschreitet der Beschleunigungs-Vergleichswert die Unwirksamkeitsgrenze, so zeigt die Anzeigeeinrichtung 13 den Defekt des Stoßdämpfers an. Auch im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 kann die Anzeige den einzelnen Stoßdämpfern spezifisch zugeordnet sein oder aber pauschal den Defekt eines der Stoßdämpfer melden.

Der von den Beschleunigungssensoren 61 gemessene Momentanwert der Radbeschleunigung schwankt der Radschwingung entsprechend. Maßgebend für das Dämpfungsverhalten der Stoßdämpfer ist die Amplitude, mit der die Radbeschleunigung schwankt, also der während einer Schwingung bei positiver Beschleunigung, d. h. zum Beispiel in Zugrichtung erreichte Maximalwert oder der bei negativer Beschleunigung dann in Druckrichtung erreichte Maximalwert. Diese Extremwerte werden, um zufällige Schwankungen aufgrund der Fahrbahnsituation oder dergleichen zu eliminieren, über eine vorbestimmte Integrationsstrecke, von zum Beispiel 500 km, gemittelt, wobei die tatsächliche Fahrstrecke während dieser Integrationsstrecke von einem Kilometerzähler 65 (Fig. 4) des Kraftfahrzeugs gemessen wird. Um die Rechenkapazität der üblicherweise auf der Basis eines Mikroprozessors ausgebildeten Überwachungsschaltung 11 nicht durch Mittelungsroutinen zu stark zu belasten, wird zweckmäßigerweise die Mittelung nicht kontinuierlich über sämtliche sich ergebende Extremwerte der Radbeschleunigungsschwankungen durchgeführt, sondern es wird innerhalb aufeinanderfolgender Erfassungsstrecken, die beträchtlich kürzer sind als die Integrationsstrecke und zum Beispiel lediglich 1 km betragen, der jeweils größte Extremwert sowohl in Zugrichtung als auch in Druckrichtung des Stoßdämpfers ermittelt. Für die Berechnung der gemittelten Radbeschleunigung werden dann die für die einzelnen Erfassungsstrecken festgestellten größten Extremwerte gemittelt, und zwar nach Zugrichtung und Druckrichtung gesondert. Als gemittelter Wert der Radbeschleunigung wird deren Spannweite herangezogen, also die Summe des Mittelwerts für die Zugrichtung und des Mittelwerts für die Druckrichtung.

Der vorstehend erläuterte Sollwert der Radbeschleunigung und die daraus abgeleiteten Grenzwerte können herstellerseitig vorgegeben und in den Datenspeicher 19 eingeschrieben werden. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden der Sollwert und dementsprechend die Grenzwerte während einer anfänglichen Lernphase bei neuen Stoßdämpfern durchgeführt. Als Sollwert wird die über eine oder mehrere aufeinanderfolgende Integrationsstrecken in der vorstehend erläuterten Weise für den neuen Stoßdämpfer gemittelte Radbeschleunigung in den Datenspeicher 19 eingeschrieben. Im Prinzip kann der für die erste Integrationsstrecke ermittelte Wert der gemittelten Radbeschleunigung als Sollwert übernommen werden. Da jedoch die Integrationsstrecke mit beispielsweise 500 km doch noch so kurz ist, daß sie unter Umständen eine nicht repräsentative Sollwertbildung bewirken kann, ist bevorzugt vorgesehen, daß der Sollwert über mehrere Integrationsstrecken hinweggebildet wird. Dies kann in der Weise erfolgen, daß ein Mittelwert aus einer vorbestimmten Anzahl in aufeinanderfolgenden Integrationsstrecken erfaßter gemittelter Radbeschleunigungswerte gebildet wird oder aber daß von der vorbestimmten Anzahl gemittelter Radbeschleunigungswerte der größte Wert, vorzugsweise aber aus Sicherheitsgründen der kleinste Wert, ausgewählt wird.

Für die Überwachung der Funktionsfähigkeit der Stoßdämpfer vergleicht die Überwachungsschaltung 11 die für die einzelnen, aufeinanderfolgenden Integrationsstrecken erfaßten gemittelten Radbeschleunigungswerte mit dem Sollwert bzw. den daraus abgeleiteten Grenzwerten. Die Aktualisierung der Überwachung erfolgt somit in Abständen, die gleich der Integrationsstrecke sind, also beispielsweise alle 500 km, und

damit in vergleichsweise langen, eine "Langzeitdiagnose" erlaubenden Fahrintervallen. Andererseits können Stoßdämpfer auch plötzlich ausfallen, beispielsweise durch Bruch einer Ventulfeder oder einem plötzlichen Dichtungsschaden. Um auch solche plötzlich auftretenden Fehler durch eine "Kurzzeitdiagnose" erfassen zu können, können die in den einzelnen, vorstehend erläuterten Erfassungstrecken ermittelten Extremwerte der Radbeschleunigung, insbesondere der für jede der Erfassungstrecken ermittelte, größte (oder gegebenenfalls kleinste) Extremwert für Überwachungszwecke ausgenutzt werden. Der Extremwert wird nicht mit einem konstanten Sollwert bzw. daraus abgeleiteten Grenzwert verglichen, sondern mit den für wenigstens einen anderen überwachten Stoßdämpfer des Fahrwerks ermittelten Extremwert verglichen. Einer solchen innerhalb der kurzen, beispielsweise lediglich 1 km betragenden Erfassungstrecke durchführbaren "Kurzzeitdiagnose" liegt die Idee zugrunde, daß im Fahrbetrieb die Beanspruchung der einzelnen Stoßdämpfer des Kraftfahrzeugs angenähert gleichen Fahrbedingungen ausgesetzt sind, insbesondere wenn sie auf der — bezogen auf die Fahrtrichtung — selben Seite des Kraftfahrzeugs angeordnet sind und damit in der Regel im Fahrbetrieb durch dieselben Bodenunebenheiten beansprucht werden. Für den Vergleich kann der für einen einzigen weiteren Stoßdämpfer ermittelte Extremwert der Radbeschleunigung herangezogen werden. Vorzugsweise werden aber auch hier Mittelwerte gebildet, beispielsweise indem für den einzigen weiteren Stoßdämpfer die Extremwerte der Radbeschleunigung für eine vorbestimmte Anzahl vorangegangener Erfassungstrecken gemittelt werden oder/und die Extremwerte der Radbeschleunigungen mehrerer Stoßdämpfer gemittelt werden. Ändert sich innerhalb der vergleichsweise kurzen Erfassungstrecke der Extremwert der Radbeschleunigung stark gegenüber den als Vergleichswert herangezogenen Extremwerten anderer Stoßdämpfer des Kraftfahrzeugs, so wird dieser Stoßdämpfer als defekt erkannt. Der Fehler wird gleichfalls von der Anzeigeeinrichtung 13 angezeigt.

Fig. 5 zeigt in einem Ablaufdiagramm ein in der Überwachungsschaltung 11 abzuarbeitendes Hauptprogramm, das mit Beginn des Fahrbetriebs bei neuen Stoßdämpfern mit einem Startblock 67 startet. In einem Initialisierungsblock 69 wird die Schleifenzahl  $z$ , in der die Anzahl der während der Lernphase für die Sollwertbestimmung herangezogenen Integrationsintervalle gezählt wird, auf 0 gesetzt. In dem Block 69 wird ferner ein interner Kilometerzähler  $S'$ , der die vorstehend erwähnten Erfassungstrecken und Integrationsstrecken mißt, auf 0 gesetzt, und es wird die von dem Kilometerzähler 65 (Fig. 4) gemessene tatsächliche Fahrstrecke  $S_{\text{Fahr}}$  auf 0 gesetzt. Ausgehend von dem Initialisierungsblock 69 werden in einem Unterprogrammblock 71, der nachfolgend anhand von Fig. 6 noch näher erläutert wird, gemittelte Radbeschleunigungsgrößen als mit den Grenzwerten für die bedingte Wirksamkeit und die Unwirksamkeit der Stoßdämpfer zu vergleichende Vergleichswerte bestimmt. Innerhalb der ersten 5 Integrationsintervalle wird in einer Lernphase abhängig von den im Block 71 ermittelten Vergleichswerten durch einen Unterprogrammblock 73 der zur Berechnung der Grenzwerte vorgesehene Sollwert ermittelt. Ein Entscheidungsblock 75 führt in den Unterprogrammblock 73, solange die zur Sollwertermittlung vorbestimmte Anzahl zu ermittelnder Vergleichswerte noch nicht erreicht ist. Im vorliegenden Fall werden 5 Vergleichswerte

benötigt. Die Anzahl der Vergleichswerte kann hiervon jedoch auch abweichen. Einzelheiten des Unterprogrammblocks 73 "Sollwerte" wird nachfolgend anhand der Fig. 8 näher erläutert. In Kenntnis der durch den Unterprogrammblock 71 ermittelten Vergleichswerte und der durch den Unterprogrammblock 73 ermittelten Sollwerte werden Diagnose-Unterprogramme abgearbeitet. In einem Unterprogrammblock 77 erfolgt zunächst die vorstehend erläuterte Kurzzeitdiagnose, bei welcher die für die Erfassungstrecken von beispielsweise 1 km ermittelten Extremwerte der Radbeschleunigung mit den für andere Stoßdämpfer ermittelten Vergleichswerten der Radbeschleunigung verglichen werden. In einem Unterprogrammblock 79 erfolgt die Langzeitdiagnose, bei der die gemittelten Radbeschleunigungswerte mit den anhand der Sollwerte gebildeten Grenzwerten für bedingte Wirksamkeit und Unwirksamkeit in der vorstehend erläuterten Weise verglichen werden.

Bevor Einzelheiten des in Fig. 6 dargestellten Ablaufdiagramms des die Vergleichswerte ermittelnden Unterprogrammblocks 71 erläutert werden, soll anhand Fig. 7 die Ermittlung der Vergleichswerte noch einmal erläutert werden. Die Überwachungsschaltung 11 (Fig. 4) mißt mittels der Beschleunigungssensoren 61 die Radbeschleunigung  $b$  für jeden einzelnen Stoßdämpfer 9. Mittels des Kilometerzählers 65 wird die mit Beginn des Fahrbetriebs bei neuen Stoßdämpfern beginnende aktuelle Fahrstrecke  $S_{\text{Fahr}}$  gemessen. Die Radbeschleunigung  $b$  schwankt entsprechend der Radschwingung zwischen einem die Amplitude in Zugrichtung des Stoßdämpfers bezeichnenden Extremwert  $b_z$  und einem die Amplitude in Druckrichtung des Stoßdämpfers bezeichnenden Extremwert  $b_d$ . In aufeinanderfolgenden Erfassungstrecken  $S_0$  wird für jedes dieser Erfassungstrecken  $S_0$ , das im erläuterten Ausführungsbeispiel die Länge von 1 km haben soll, der größte Extremwert  $b_{zi}$  pro Erfassungstrecke  $S_0$  in Zugrichtung und der größte Extremwert  $b_{di}$  pro Erfassungstrecke  $S_0$  in Druckrichtung ermittelt. Fig. 7 zeigt diese Extremwerte in Abhängigkeit von dem die Reihenfolge der Erfassungstrecken  $S_0$  bezeichnenden, laufenden Parameter  $i$ . Pro Erfassungstrecke  $S_0$  wird damit ein Extremwert  $b_z$  und ein Extremwert  $b_d$  ermittelt und gespeichert. Über eine Integrationsstrecke  $S_1$ , die ein Vielfaches der Erfassungstrecke  $S_0$  ist und beispielsweise 500 km beträgt, wird aus den Extremwerten  $b_z$  ein gemittelter Wert  $b_{mz}$  errechnet, der in Fig. 7 als strichpunktierte Linie dargestellt ist. In entsprechender Weise wird aus den Extremwerten  $b_d$  für die Druckrichtung ein über die Integrationsstrecke  $S_1$  gemittelter Wert  $b_{md}$  der Radbeschleunigung errechnet.

Der Unterprogrammblock 71 für die Bestimmung der Vergleichswerte wird mit einem Startblock 81 gestartet und in einem Block 83 initialisiert. In dem Block 83 wird der die Erfassungstrecken  $S_0$  innerhalb der Integrationsstrecke  $S_1$  fortlaufend abzählende Parameter  $i$  auf 0 gesetzt, während im Block 84 nachfolgend die Extremwerte  $b_{zi}$  und  $b_{di}$  auf 0 gesetzt werden. Der Parameter  $i$  repräsentiert zugleich die Adresse der Speicherplätze für die Speicherung der Extremwerte der Radbeschleunigung  $b_{zi}$  und  $b_{di}$ . In einem Erfassungsbereich 85 wird von den Beschleunigungssensoren 61 die Radbeschleunigung  $b$  gemessen. Abhängig vom Vorzeichen der Radbeschleunigung entscheidet ein Entscheidungsblock 87, ob das Vorzeichen der Radbeschleunigung größer oder kleiner Null ist. Ist die Radbeschleunigung  $b$  größer 0, wird in einem Entscheidungsblock 89 festgestellt, ob die

aktuell gemessene Radbeschleunigung  $b$  kleiner als der in einem Speicherblock 91 bereits gespeicherte Extremwert  $b_{zi}$  für die Zugrichtung ist. Ist der gespeicherte Extremwert  $b_{zi}$  größer als die im Block 85 gemessene Radbeschleunigung  $b$ , so wird der gespeicherte Extremwert  $b_{zi}$  beibehalten. Ist  $b_{zi}$  kleiner oder gleich  $b$ , so wird in dem Speicherblock 91 über einen Block 93 der gespeicherte Extremwert  $b_{zi}$  durch den neu gemessenen Wert der Radbeschleunigung  $b$  ersetzt. Die Blöcke 89, 91, 93 ermitteln damit pro Erfassungsstrecke  $S_0$ , die durch den Parameter  $i$  repräsentiert wird, den Extremwert der Radbeschleunigung  $b_{zi}$  in Zugrichtung. Entsprechendes gilt für die Druckrichtung bei Werten der gemessenen Radbeschleunigung  $b$  kleiner oder gleich Null. Hier aktualisiert ein Entscheidungsblock 95 den in einem Speicherblock 97 gespeicherten Extremwert  $b_{di}$  für die Druckrichtung, wenn der gespeicherte Extremwert  $b_{di}$  größer oder gleich der gemessenen Radbeschleunigung  $b$  ist, in dem ein Block 99 für diesen Fall den gespeicherten Extremwert  $b_{di}$  durch den gemessenen Wert der Radbeschleunigung  $b$  ersetzt. Die Speicherblöcke 91, 97 enthalten damit für jeden durchlaufenen Parameter  $i$  vorzeichenrichtig je einen Extremwert  $b_{zi}$  und  $b_{di}$  pro Erfassungsstrecke  $S_0$ .

Für die Bildung des Mittelwerts der Extremwerte  $b_{zi}$  und  $b_{di}$  wird zunächst in einem Erfassungsblok 101 die aktuelle Fahrstrecke  $S_{fahr}$  mittels des Kilometerzählers 65 gemessen. In einem Block 103 wird die Wegdifferenz  $s$  zwischen der vom Kilometerzähler 65 gemessenen Fahrstrecke  $S_{fahr}$  und der von einem internen Kilometerzähler in Intervallen der Erfassungsstrecke  $S_0$  gemessenen Fahrstrecke  $S'$  gebildet. Ein Entscheidungsblock 105 stellt fest, ob die Wegdifferenz  $s$  die Größe der Erfassungsstrecke  $S_0$  erreicht hat. Ist die Wegdifferenz trotz der kontinuierlich anwachsenden Fahrstrecke  $S_{fahr}$  ungleich, d. h. kleiner als  $S_0$ , so wird über eine Rückführungsschleife erneut die Radbeschleunigung  $b$  für eine weitergehende Aktualisierung der Speicherblöcke 91, 97 gemessen. Ist die Wegdifferenz gleich der Erfassungsstrecke  $S_0$ , so wird in einem Block 107 der interne Kilometerzähler  $S'$  um den Wert der Erfassungsstrecke  $S_0$  erhöht, wie auch in einem Block 109 der Parameter  $i$  um 1 erhöht wird. Ein Entscheidungsblock 111 überprüft, ob die Summe der bisher durchlaufenen Erfassungsstrecken  $S_0$  noch kleiner als die Integrationsstrecke  $S_1$  ist bzw. gleich der Integrationsstrecke  $S_1$  ist. Ist die Integrationsstrecke  $S_1$  noch nicht erreicht, so springt das Unterprogramm zurück in den Erfassungsblok 85 für die Messung der Radbeschleunigung  $b$ . Ist andererseits die Integrationsstrecke  $S_1$  vollständig durchfahren, so wird in einem Block 113 ein gemittelter Radbeschleunigungswert  $b_{mz}$  für die Zugrichtung und ein gemittelter Radbeschleunigungswert  $b_{md}$  für die Druckrichtung aus den einzelnen innerhalb der Integrationsstrecke  $S_1$  ermittelten Extremwerten  $b_{zi}$  bzw.  $b_{di}$  errechnet. Ein Block 115 summiert die vorzeichenrichtig gebildeten Werte  $b_{mz}$  und  $b_{md}$  zu einem gemittelten Wert  $b_m$  der Radbeschleunigung, der in dem Unterprogrammblock 79 für die Langzeitdiagnose mit den im nachfolgend noch erläuterten Unterprogrammblock 73 gebildeten Grenzwerten verglichen wird. Nach Durchlaufen des Blocks 115 kehrt das Unterprogramm in einem Return-Block 117 in das Hauptprogramm (Fig. 5) zurück. Die in den Speicherblöcken 91, 97 gespeicherten Extremwerte  $b_{zi}$  und  $b_{di}$  bilden die vorangegangenen erwähnten Vergleichswerte für die Erkennung plötzlich auftretender Fehler der Stoßdämpfer in dem Unterprogrammblock 77 "Kurzzeitdiagnose".

Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel für das Ablaufdiagramm des Unterprogrammblocks 73 "Sollwerte" aus Fig. 5. Nach einem Startblock 119 wird in einem Entscheidungsblock 121 bei anfänglich für die Lernphase auf 0 gestellten Schleifenzähler  $z$  der Sollwert der Radbeschleunigung  $b_{soll}$  auf den vor dem Durchlaufen der ersten Schleife ( $z=0$ ) als Mittelwert über die Integrationsstrecke  $S_1$  gebildete, gemittelte Wert  $b_m$  der Radbeschleunigung gesetzt (Block 123). Ausgehend von dem so ermittelten Sollwert  $b_{soll}$  wird durch Multiplizieren mit einer Konstanten  $c_1$  in einem Block 125 ein erster, die Annäherung an die Unwirksamkeitsgrenze und damit die bedingte Wirksamkeit des Stoßdämpfers repräsentierender Grenzwert  $B_1$  ermittelt. Durch Multiplizieren mit einer Konstanten  $c_2$  wird in dem Block 125 aus dem Sollwert  $b_{soll}$  ein Grenzwert  $B_2$  für die Unwirksamkeit des Stoßdämpfers gebildet. In dem Unterprogrammblock 79 "Langzeitdiagnose" werden die Grenzwerte  $B_1$  und  $B_2$  mit den nachfolgend gebildeten, gemittelten Werten  $b_m$  für die Radbeschleunigung verglichen, um die bedingte Wirksamkeit oder die Unwirksamkeit des Stoßdämpfers festzustellen. Die Werte  $b_{soll}$ ,  $B_1$  und  $B_2$  werden in einem Speicherblock 127 gespeichert. Nach Erhöhen des Schleifenzählers  $z$  in einem Block 129 kehrt das Unterprogramm "Sollwerte" über einen Return-Block 131 in das Hauptprogramm (Fig. 5) zurück. Wie bereits bei der Erläuterung des Hauptprogramms angegeben, wird das Unterprogramm "Sollwerte" mehrfach, hier fünfmal, zur Aktualisierung der in dem Speicherblock 127 gespeicherten Werte  $b_{soll}$ ,  $B_1$  und  $B_2$  durchlaufen. Solange die durch den Schleifenzähler  $z$  gebildete Lernphase andauert, wird der anfänglich in den Speicherblock 127 eingeschriebene Sollwert  $b_{soll}$  verbessert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird der gespeicherte Sollwert  $b_{soll}$  aktualisiert, wenn er größer oder gleich dem vorangegangenen gemittelten Wert  $b_m$  der Radbeschleunigung ist. Der Sollwert  $b_{soll}$  verändert sich damit während der Lernphase zum kleinsten der erfaßten gemittelten Werte  $b_m$  hin. Als Variante kann vorgesehen sein, daß für den Sollwert  $b_{soll}$  ein Mittelwert aus den während der vorbestimmten Anzahl zu durchlaufender Schleifen erfaßten Werten  $b_m$  gebildet wird. Die Grenzwerte  $B_1$  und  $B_2$  werden analog zum Block 125 aus diesem Sollwert  $b_{soll}$  errechnet.

Die Konstanten  $c_1$  und  $c_2$  repräsentieren die Toleranzwerte, um die die gemittelten Werte  $b_m$  in dem Unterprogrammblock 79 "Langzeitdiagnose" von dem Sollwert  $b_{soll}$  abweichen dürfen. Für eine Toleranzbandbreite von zum Beispiel 15%, innerhalb der der Stoßdämpfer als wirksam angenommen werden soll, beträgt die Konstante  $c_1$  gleich 1,15, während bei einer Unwirksamkeitsgrenze von 30% des Sollwerts die Konstante  $c_2$  gleich 1,3 beträgt. Im Toleranzband zwischen den Grenzwerten  $B_1$  und  $B_2$  wird der Stoßdämpfer als bedingt wirksam angenommen.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Überwachung der Wirksamkeit wenigstens eines in ein Fahrwerk eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, eingebauten Stoßdämpfers (9) während des Fahrbetriebs, gekennzeichnet durch

— zumindest einen an dem Stoßdämpfer (9) oder einer mit ihm verbundenen Fahrzeugkomponente (3) betriebsmäßig fest angeordneten Meßsensor (17; 61), dessen Meßgröße ein Maß für einen mit abnehmender Wirksam-

keit des Stoßdämpfers (9) sich ändernden Betriebsparameter repräsentiert,

— einen in dem Fahrzeug anzuordnenden Datenspeicher (19) zur Speicherung wenigstens eines eine Wirksamkeitsgrenze definierenden Grenzwerts,

— eine in dem Fahrzeug anzuordnende, abhängig von der Meßgröße des Meßsensors (17; 61) und dem in dem Datenspeicher (19) gespeicherten Grenzwert eine Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze ermittelnde Überwachungsschaltung (11)

— und eine auf die Überwachungsschaltung (11) ansprechende, die Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze anzeigende Anzeigeeinrichtung (13).

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ein Maß für die Wirksamkeit des Stoßdämpfers (9) repräsentierende Meßgröße den Druck in dem Stoßdämpfer (9) oder die Dämpfkraft des Stoßdämpfers (9) repräsentiert, daß ein weiterer Meßsensor (15) eine die Dämpfer-Verstellgeschwindigkeit des Stoßdämpfers (9) repräsentierende weitere Meßgröße liefert und daß die Überwachungsschaltung (11) abhängig von dem weiteren Meßsignal die Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze ermittelt, wenn die Dämpfer-Verstellgeschwindigkeit einen vorgegebenen Wert hat oder in einem vorgegebenen Wertebereich liegt.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenspeicher (19) gesonderte Grenzwerte für die Belastung des Stoßdämpfers (9) in Zugrichtung und die Belastung in Druckrichtung speichert und daß die Überwachungsschaltung (11) abhängig von der die Belastungsrichtung repräsentierenden Meßgröße eines Meßsensors den Grenzwert auswählt.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenspeicher (19) die Grenzwerte in Form wenigstens einer Kennlinie speichert, die die Grenzwerte als Funktion von Werten eines weiteren Betriebsparameters festlegt, daß zumindest einer (15) der Meßsensoren eine den weiteren Betriebsparameter repräsentierende Meßgröße liefert und daß die Überwachungsschaltung (11) den Grenzwert abhängig von der den weiteren Betriebsparameter repräsentierenden Meßgröße entsprechend der Kennlinie auswählt.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Speichermittel vorgesehen sind, in welchen Daten speicherbar sind, die die Grenzwert-Kennlinienbereiche, in welchen die Wirksamkeitsgrenzen unterschritten werden, bezeichnen.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (11) in eine Lernbetriebsart schaltbar ist, in der sie zur Festlegung des Grenzwerts bzw. der Grenzwerte einen Mittelwert der die Wirksamkeit des Stoßdämpfers (9) repräsentierenden Meßgröße ermittelt und abhängig von dem Mittelwert den Grenzwert festlegt und in den Datenspeicher (19) einschreibt, insbesondere in Form einer Kennlinie einschreibt, die den Grenzwert als Funktion einer einen weiteren Betriebsparameter, vorzugsweise der Dämpfer-Verstellgeschwindigkeit des Stoßdämpfers (9) repräsentierenden Meßgröße eines

weiteren Meßsensors (15) festlegt.

7. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ein Maß für die Wirksamkeit des Stoßdämpfers (9) repräsentierende Meßgröße ein Maß für die Vertikal-Beschleunigung oder die dynamische Radlastschwankung eines dem Stoßdämpfer (9) zugeordneten Rads (3) des Fahrwerks repräsentiert.

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (11) Mittelungsmittel umfaßt, die, bezogen auf ein vorgegebenes Integrationsintervall, eine gemittelte Meßgröße liefern, welche zumindest näherungsweise den Mittelwert der Amplitude der die Radbeschleunigung oder die dynamische Radlastschwankung repräsentierenden Meßgröße entspricht, und daß die Überwachungsschaltung (11) die Unterschreitung des Grenzwerts abhängig von der gemittelten Meßgröße erfaßt.

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelungsmittel Extremwerterfassungsmittel aufweisen, die in aufeinanderfolgenden Erfassungsintervallen vorbestimmter Größe kleiner als das Integrationsintervall Extremwerte der Meßgröße, insbesondere den größten oder den kleinsten Extremwert jedes Erfassungsintervalls, erfassen und daß die Mittelungsmittel für die Lieferung der gemittelten Meßgröße einen Mittelwert der erfaßten Extremwerte bilden.

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Erfassungsintervall und das Integrationsintervall vorbestimmte Fahrstreckenintervalle des Fahrzeugs sind.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelungsmittel in Zugrichtung des Stoßdämpfers (9) und in Druckrichtung des Stoßdämpfers (9) auftretende Amplituden der Meßgröße gesondert mitteln.

12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelungsmittel für die Überwachung der Wirksamkeit eine gemittelte Meßgröße liefern, die ein Maß für die Summe der für die Zugrichtung und die Druckrichtung gesondert gemittelten Meßgrößen ist.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (11) in eine Lernbetriebsart schaltbar ist, in dem sie den Grenzwert bzw. die Grenzwerte abhängig von der gemittelten Meßgröße festlegt und in den Datenspeicher (19) einschreibt.

14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (11) den Grenzwert bzw. die Grenzwerte abhängig von mehreren, in einer vorbestimmten Anzahl aufeinanderfolgender Integrationsintervalle gemittelten Meßgrößen festlegt.

15. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (11) den Grenzwert bzw. die Grenzwerte abhängig vom Mittelwert der vorbestimmten Anzahl gemittelter Meßgrößen oder abhängig von der kleinsten oder der größten dieser gemittelten Meßgrößen festlegt.

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (11) Extremwerterfassungsmittel aufweist, die in aufeinanderfolgenden Erfassungsintervallen vorbestimmter Größe Extremwerte der Meßgröße erfassen, insbesondere den größten

oder/und den kleinsten Extremwert jedes Erfassungsintervalls, erfassen und daß die Überwachungsschaltung (11) zur Erfassung plötzlicher Änderungen der Wirksamkeit eines von mehreren Stoßdämpfern des Fahrzeugs die in den einzelnen Erfassungsintervallen für die einzelnen Stoßdämpfer (9) erfaßten Extremwerte mit einem abhängig von den für jeweils wenigstens einen anderen der Stoßdämpfer (9) erfaßten Extremwert festgelegten variablen Grenzwert vergleicht.

17. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, die Überwachungsschaltung (11) frequenzbandbegrenzende Filtermittel (63), insbesondere Tiefpaßfilter, umfaßt, die die Frequenzbandbreite der Meßgröße auf die Größenordnung der Eigenfrequenz eines Fahrzeugaufbaus (5), insbesondere auf Frequenzen kleiner als 2 Hz, begrenzen.

18. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoßdämpfer (9) eine in Stufen umschaltbare Dämpfungskraft-Dämpferverstellgeschwindigkeit-Kennlinie hat und daß der Datenspeicher (19) gesonderte Grenzwerte für die einzelnen Kennlinien speichert, die die Überwachungsschaltung (11) abhängig von einem die momentane Kennlinie repräsentierenden Steuersignal auswählt.

19. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (11) ein vorbestimmtes Maß einer Annäherung der die Wirksamkeit des Stoßdämpfers (9) repräsentierenden Meßgröße an die durch den gespeicherten Grenzwert definierte Wirksamkeitsgrenze erfaßt und daß die Anzeigevorrichtung (13) die Annäherung anzeigt.

20. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Überwachungsschaltung (11) Speichermittel zugeordnet sind, in welchen bei Ermittlung der Unterschreitung der Wirksamkeitsgrenze Daten über wenigstens eine der Meßgrößen oder/und aus den Meßgrößen abgeleitete Informationen speicherbar sind.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

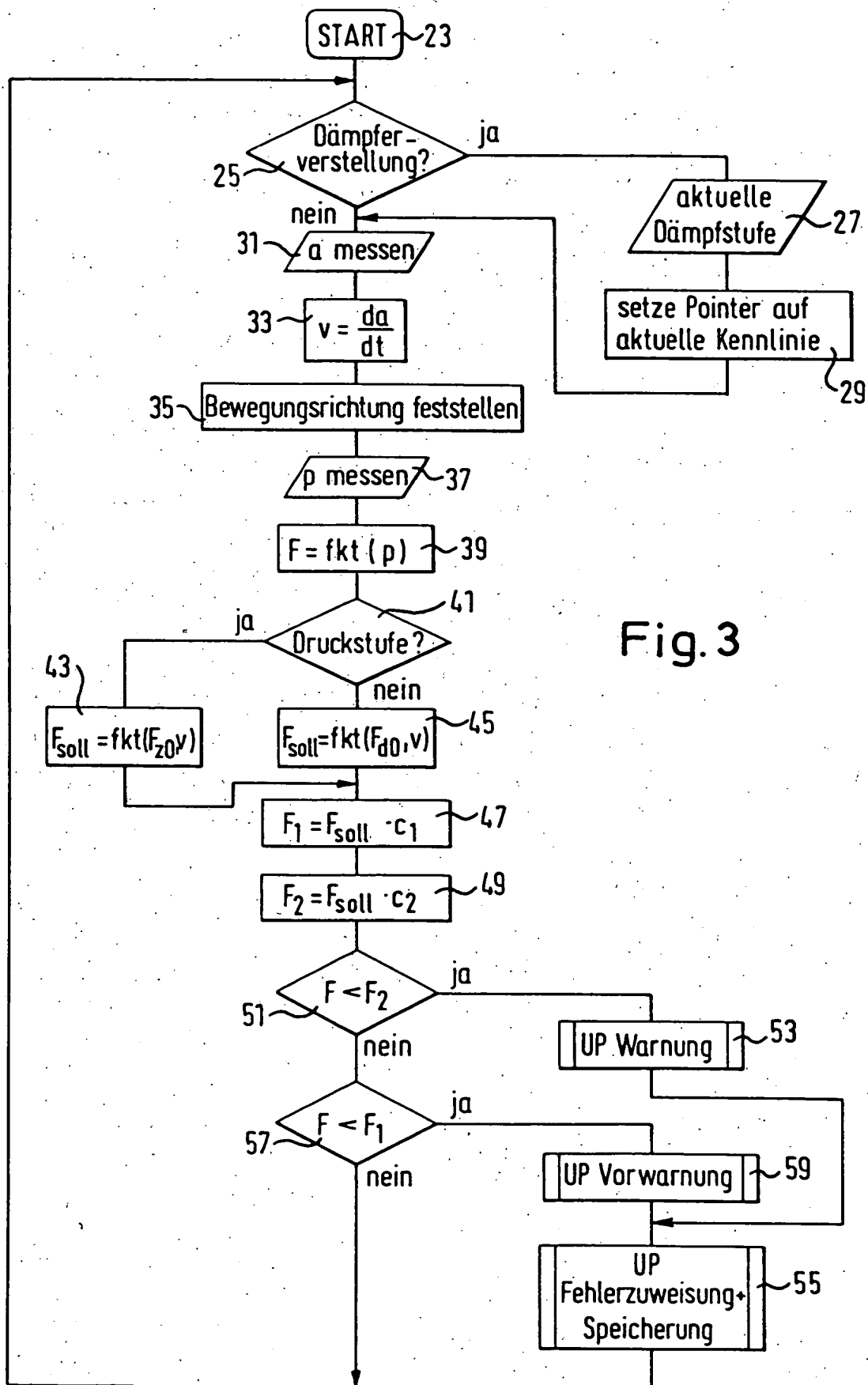


Fig. 3

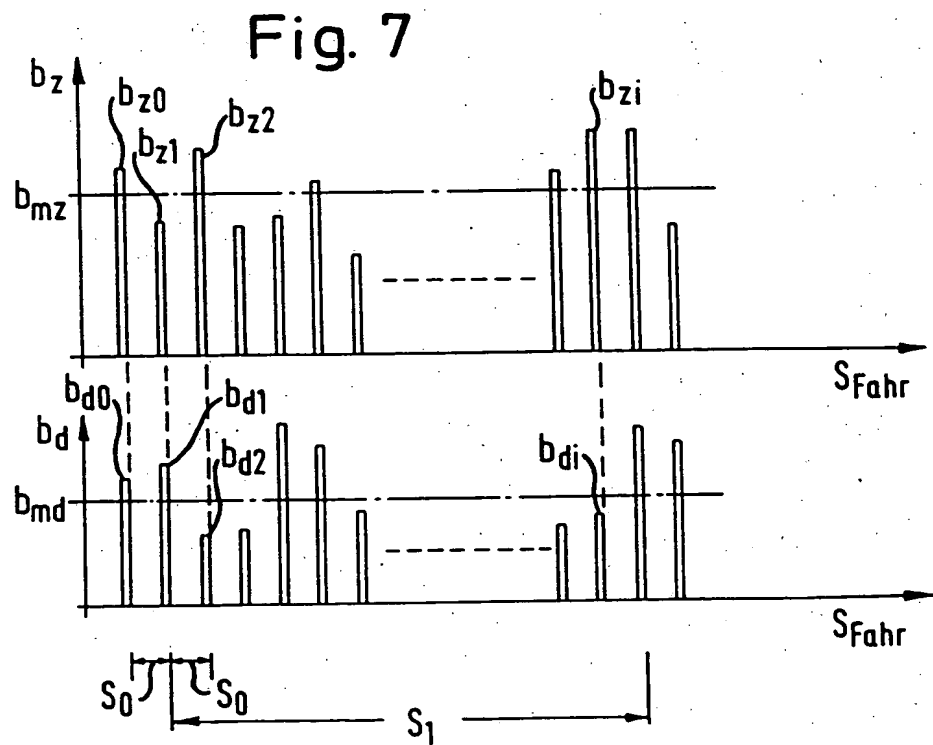
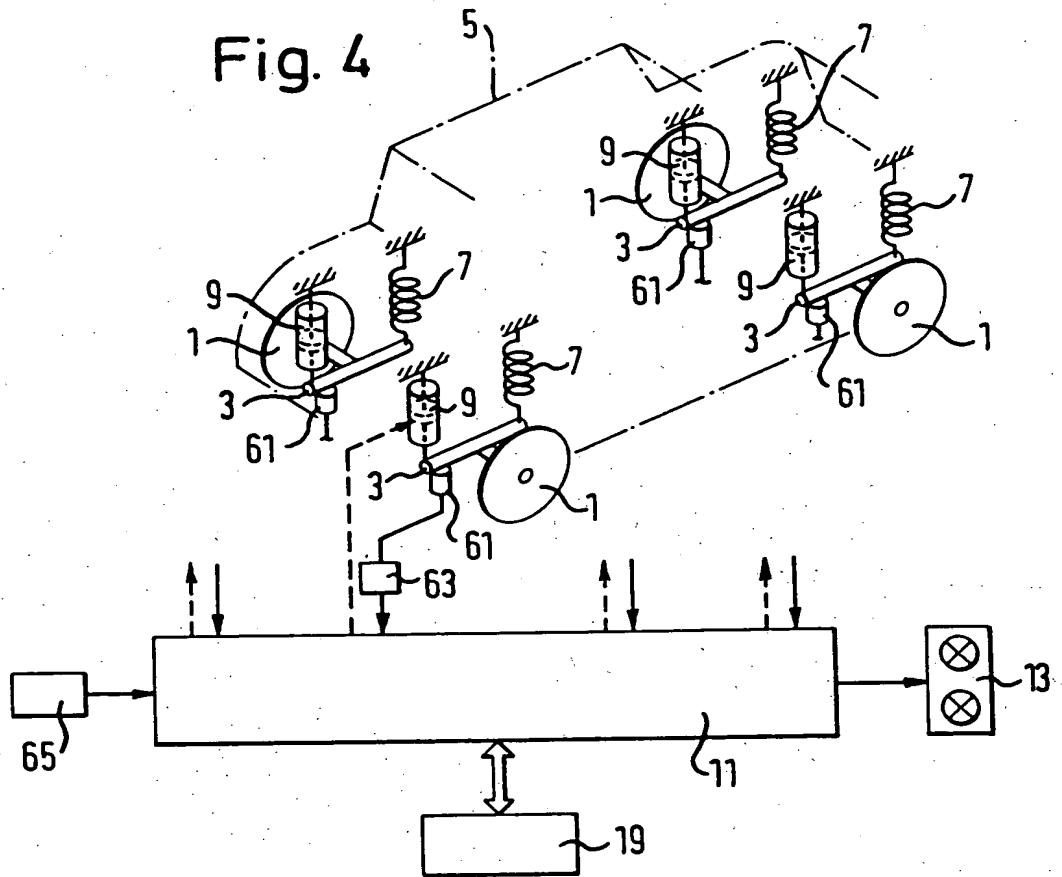




Fig. 5

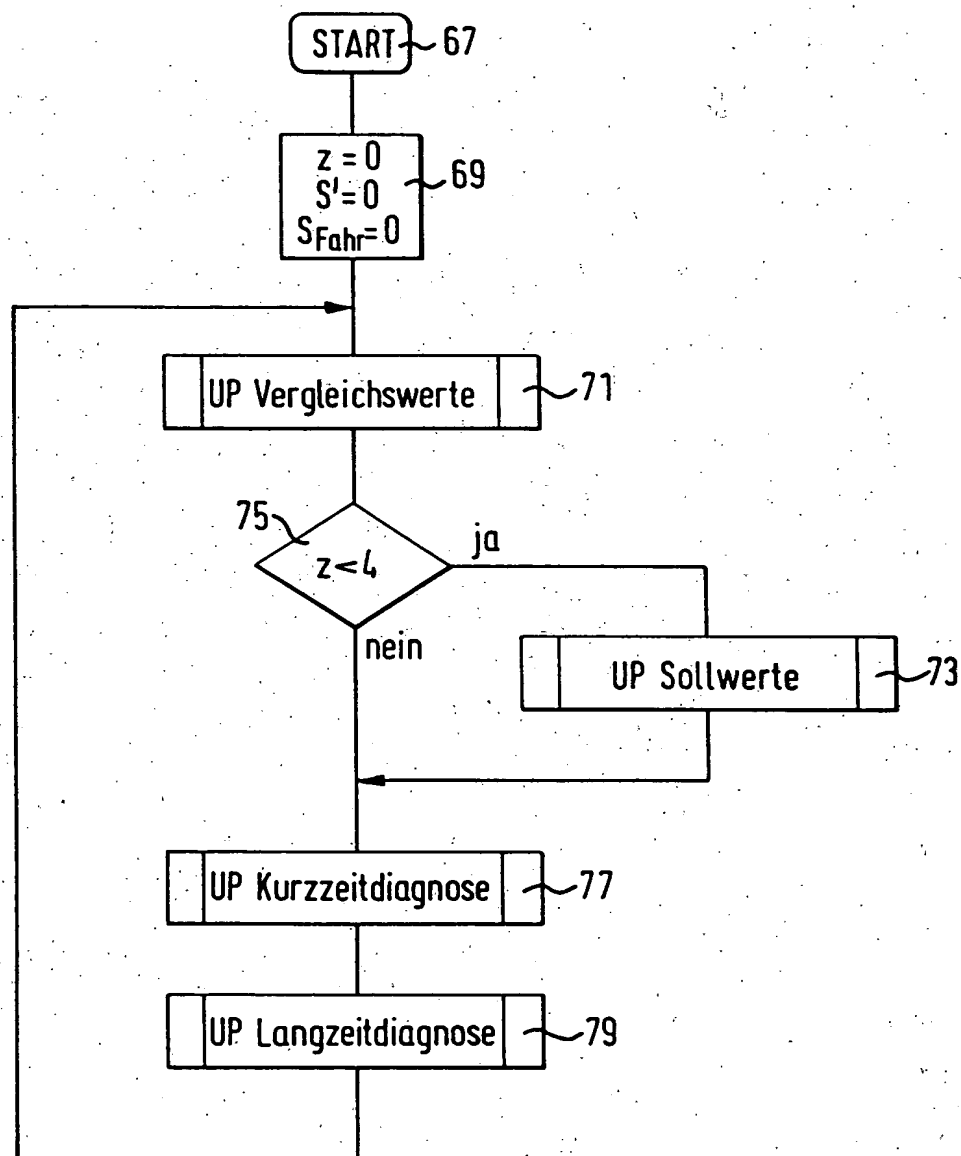
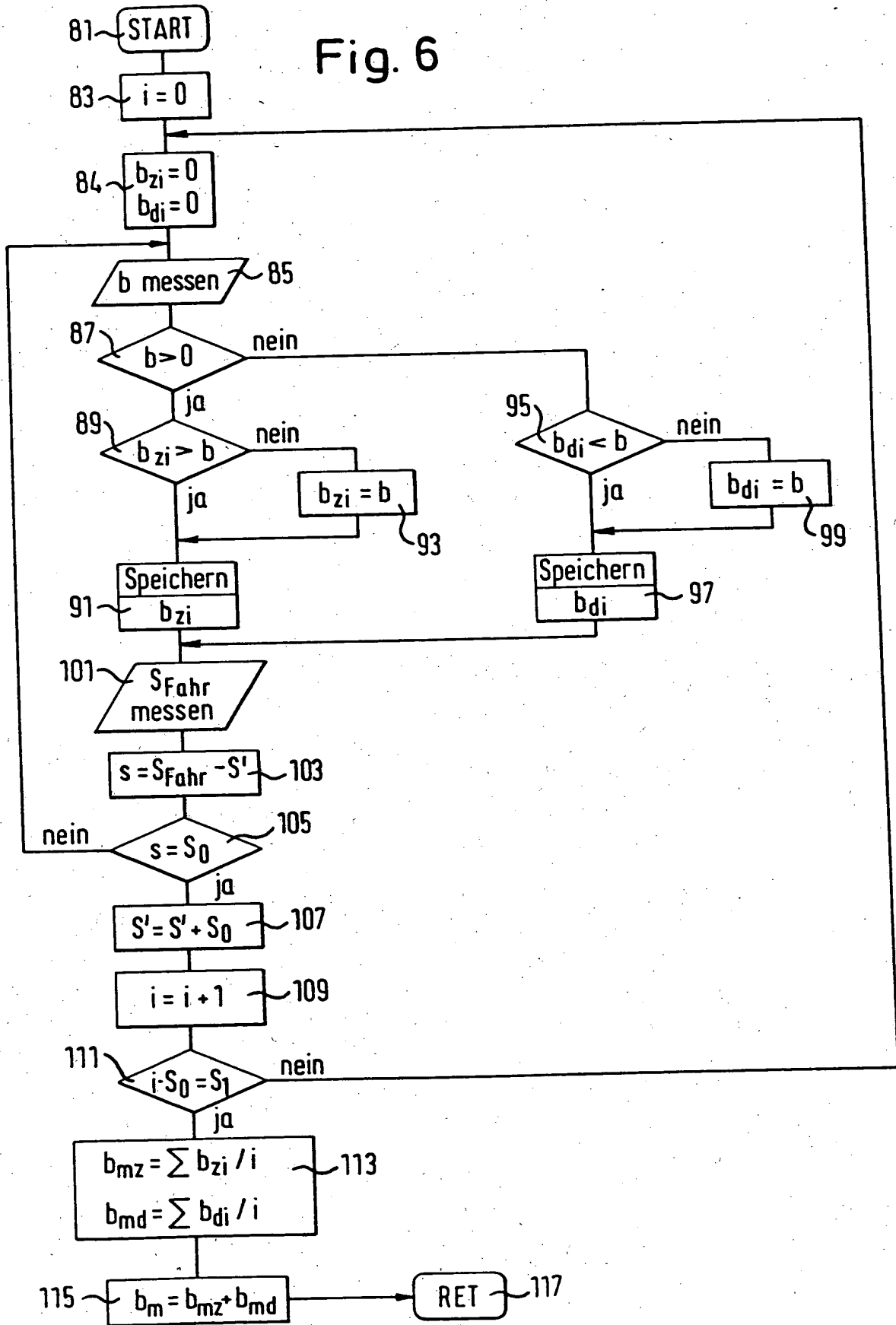
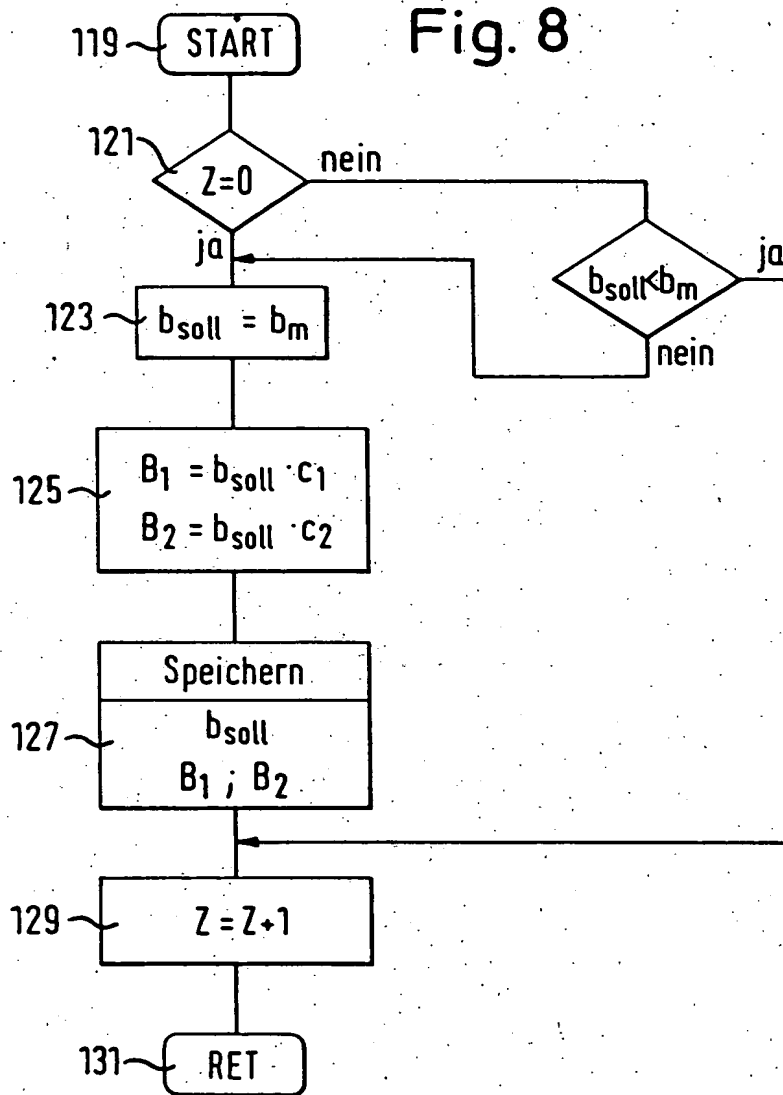


Fig. 6



UP „Vergleichswerte“

Fig. 8



UP „Sollwerte“

